



Rodríguez Baeza Pereyra, Julio (2017).

Salazar Ledesma, Guillermo F. (2017).

Zaragoza Grifé, Jesús Nicolás (2017).
(<https://orcid.org/0000-0002-8780-4401>)

Interoperabilidad entre sistemas computacionales BIM y de precios unitarios orientados a la construcción.
p. 53-66

En:
BIM en la construcción / coordinadores: Aurora Minna Poó Rubio y Jorge Rodríguez-Martínez.
México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, 2017.

Fuente: ISBN 978-607-28-1305-1.

Relación: <http://hdl.handle.net/11191/5782>

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

Procesos
y Técnicas de Realización

<https://www.azc.uam.mx/>

<https://www.cyad.online/uam/>

<http://procesos.azc.uam.mx/>

Administración y Tecnología para el Diseño
Investigación

<https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/>

Repositorio Institucional
Zaloamati
"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2016. Universidad Autónoma Metropolitana. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana.



Dr. Julio Rodríguez Baeza Pereyra

Universidad Autónoma de Yucatán – México
bpereyra@uady.mx

Dr. Guillermo F. Salazar Ledesma, PhD, - DBIA

Department of Civil & Environmental Engineering,
Worcester Polytechnic Institute – USA
salazar@wpi.edu

M. I. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

Universidad Autónoma de Yucatán – México
zgrife72@uady.mx

04

INTEROPERABILIDAD ENTRE SISTEMAS
COMPUTACIONALES BIM Y DE PRECIOS
UNITARIOS ORIENTADOS A LA CONSTRUCCIÓN

RESUMEN

Este trabajo presenta cómo se puede lograr la interactividad entre los sistemas BIM y los sistemas de costos. Se utilizó Autodesk Revit© para desarrollar un modelo de una construcción, establecer objetos y familias derivadas de los tipos básicos y adicionar información extra a la representación gráfica de dichos objetos y exportarla a una base de datos de MS Office©.

Se programó una aplicación para poder extraer la información relevante al sistema de costos SINCO Wfi y se convirtió en una base de datos de dicho sistema para su uso en un presupuesto. Con ello se demuestra qué tan flexibles son los sistemas empleados para utilizar de manera integral la información generada en un ambiente BIM.

Se entrenó a un grupo de alumnos de la Maestría en Ingeniería que se imparte en la Facultad de Ingeniería de Universidad Autónoma de Yucatán y se les dio un proyecto a realizar. Con entrenamiento básico, los alumnos llevaron a cabo dicho trabajo, cuyos resultados se presentan en este artículo.

INTRODUCCIÓN

En un proyecto de construcción, hay espacios vacíos en la comunicación entre los diferentes participantes del proyecto. Tradicionalmente se habla del diseñador (arquitecto, ingeniero diseñador, etc.), el constructor (contratistas, subcontratistas, incluidos los proveedores de materiales), y el dueño (ya sea una institución pública o privada).

El vacío de comunicación es mucho más evidente en la operación y el mantenimiento de una obra. Cuando se termina una obra, el dueño no obtiene sólo un edificio nuevo, sino también una plétora de información del proyecto en forma de papel y medios electrónicos. Inclusive desde antes de que se empiece a construir, el proyecto o porciones del mismo deben de concursarse.

Lo anterior significa que ya se deben de tener tanto cantidades de obra, como una aproximación al costo de los conceptos a estimar. El trabajo que le queda al dueño es el de darle sentido a toda la información arquitectónica, procedimientos y especificaciones de construcción y así mismo, costo tiempo y calidad deseados.

Los teléfonos portátiles y el correo electrónico han influenciado al negocio de la construcción, así como a la educación tecnológica en ingeniería, más que a la educación básica. Se habla que las empresas constructoras ya están aprovechando los beneficios del correo electrónico, de la Red Global, de los sistemas de costeo, de programación de obra, de CAD, pero en lo que se refiere a tecnología integradora, todavía hay reticencia.

La tecnología BIM (Modelo Integral de Información para la Construcción, por sus siglas en inglés) tiene el potencial de completar los vacíos de la comunicación que existen, pero no se ha logrado vencer totalmente la resistencia de la industria para incorporar dicha innovación tecnológica (Méndez, 2006). Una de las principales razones

por la que dicha tecnología no ha sido adoptada es la diferencia entre los conceptos que manejan las diferentes partes involucradas en un proyecto. BIM surgió como la solución al problema de la integración de la información 2D a 3D dinámico, extendiéndola a 4D y especificaciones de obra. Con dicha integración, los fabricantes de productos BIM lograron integrar las tareas de almacenamiento de información y manejo de cuantificación de obra. Todo lo anterior partiendo de soluciones arquitectónicas y de diseño (Baeza y Salazar, 2005).

Lo anterior es difícil de extender al mundo de la administración y gerencia de la construcción. En esta área, las soluciones BIM solo tienen relevancia para diseño y se presta más atención a cuestiones de obtención de volumetrías, que a cualquier otro aspecto. En este campo, se ha prestado poca atención en el uso de la tecnología BIM en aspectos de costeo, planeación, control y seguimiento de obra, a pesar de que muchos de los sistemas BIM existentes en el mercado, hasta cierto punto, poseen la capacidades para ser extendidas para englobar aspectos de gerencia de proyectos (Khemlani, 2006).

No obstante, con el avance de la tecnología BIM, muchas empresas de software comerciales ya están desarrollando soluciones para hacer accesible la información generada por dichos sistemas y ponerlas a disposición de sistemas de costos, de programación y control de obra y demás sistemas gerenciales. Entre estos sistemas se pueden mencionar a los desarrollados por la empresa Success Design™, desarrolladores de Success Estimator©. Dicha empresa desarrolla sistemas que ligan a Success Estimator© (un sistema para la estimación y costeo de construcción) con Autodesk's Revit© (el sistema BIM que desarrolla Autodesk).

Con lo anterior, se pueden extraer los datos de las bases de datos generadas en Revit y usarlos en Success Estimator©. Con ello se pueden crear estimados de costos, partiendo de información

de diseño en BIM almacenadas en Revit (USCost.com, 2006). Autodesk™ recientemente anunció sus planes para la adquisición de Constructware™, una de las empresas más avanzadas en la gerencia de proyectos y desarrolladores de soluciones sistémicas basados en la Web, así como soluciones colaborativas, utilizadas por contratistas, subcontratistas, dueños y gerentes de obra.

Autodesk no está arriesgándose: las funcionalidades del software Constructware junto con las de Autodesk Buzzsaw®, han mostrado al mercado norteamericano (Canada y USA) que los diferentes participantes en la industria de la construcción pueden trabajar de manera cooperativa, en lugar de fomentar la competencia mutua. Constructware está orientado a la industria de la construcción norteamericana, a los contratistas y los subcontratistas generales y ha atraído significativamente al sector público y al de la educación en dichos países, mientras que la principal base de clientes de Buzzsaw está en la edificación residencial.

La adquisición de Constructware por parte de Autodesk sugiere que dicha compañía está buscando seriamente su expansión en la industria de la gerencia de construcción.

Además, dado que son líderes en el desarrollo de soluciones BIM para arquitectura e ingeniería, se espera que dicha empresa pronto desarrolle una solución para la estimación de costos, programación y control de obra, partiendo del uso de BIM (Khemlani, 2006). Por lo que se ha mencionado en los párrafos, se puede decir que la siguiente generación de productos BIM podrán contar con medios para poner a disposición de los gerentes de construcción, además de la información gráfica, de datos volumétricos, especificaciones de obra y secuencias de construcción, de la información acerca de programación de obra, costeo, planificación de suministro de insumos, etc.

Sin embargo, el solo hecho de contar con dichas capacidades en los sistemas de computacionales, no asegura que la generación actual de gerentes de construcción posean los conocimientos para asimilar dicha tecnología cuando se ponga disponible. De hecho, la generación actual de constructores no ha comprendido en su totalidad la filosofía que soporta a las herramientas BIM actuales (Méndez, 2006). Por el momento, las empresas de desarrollo de sistemas de cómputo para la construcción se han dedicado al desarrollo de sistemas intermedios para conectar los sistemas BIM con los gerenciales (costos, control de obra, etc.). Esto quiere decir que dichas empresas ya han desarrollado programas que extraen información de un sistema BIM y lo hacen accesible a otro. Por ejemplo, existen programas que extraen especificaciones de un sistema BIM y lo ponen disponible a hojas de cálculo. También existen soluciones que hacen posible intercambiar la información cuantificable directamente a los sistemas de costo (USCost.com, 2006).

En este trabajo se muestra cómo se puede hacer este tipo de conexión, con el objeto de lograr un mayor aprovechamiento de las capacidades del sistema Revit, y ponerlas a disposición del programa Sinco Wfi®. Con esto se pretende mostrar cómo se puede poner a disposición de la comunidad de la industria de la construcción de una metodología para tener más accesible la información procedente de sistemas BIM y hacerla más comprensible para el gremio local.

METODOLOGÍA

Autodesk Revit maneja entidades para todas las familias de componentes de un proyecto, para los componentes particulares en un dibujo, incluso para las vistas de un objeto y para las hojas de cálculo de características, por mencionar algunos ejemplos. Esto fue heredado de la programación orientada a objetos, donde cada concepto parte de objeto primitivo, del cual se derivan instancias que heredan las particularidades del objeto primigenio.

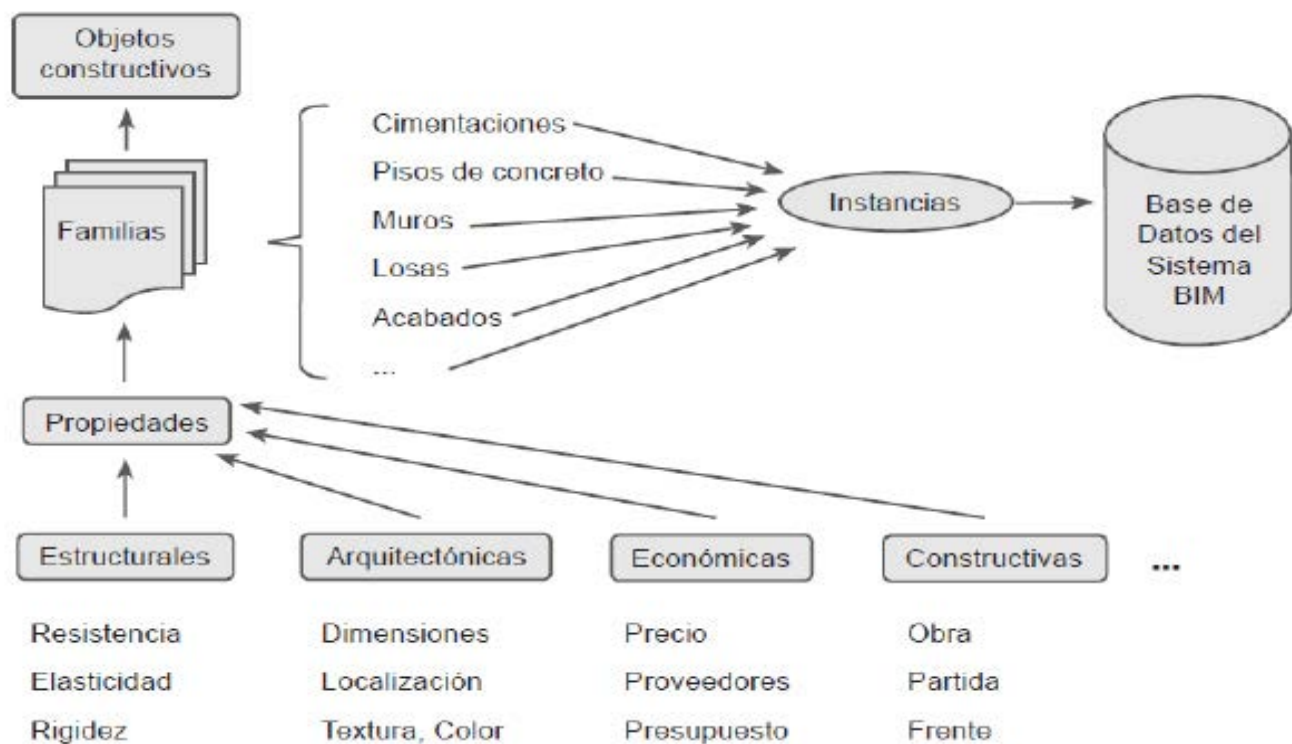


Figura 4.1 Propiedades de los objetos constructivos, agrupados en familias y su almacenamiento la base de datos BIM.

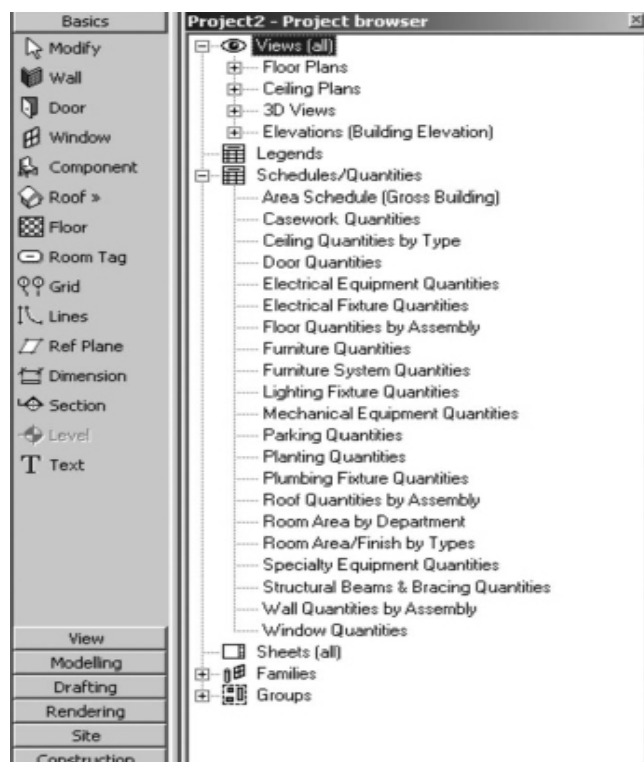


Figura 4.2 Familia de Muros.

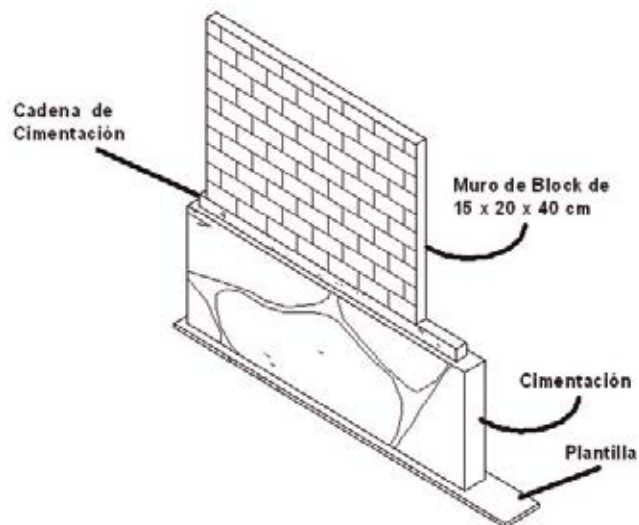


Figura 4.3 Sistema de Muro.

(el cual se le conoce como objeto "padre"). Las instancias del padre pueden tener además de las características heredadas, cualidades propias. Así pues, un objeto "muro" es el padre de todos los tipos de muros que se puedan generarse a partir de él: muros de block de 15 cm de ancho, muros de mampostería de piedra de 30 cm de ancho, sistemas de muros de contención de ancho definido por el usuario, etc.

Cada una de estas instancias se pueden cuantificar de diferente manera: los muros de las edificaciones por lo general se miden por metro cuadrado; los muros de cimentación se pueden medir ya sea por metros cuadrados o cúbicos, según lo especifique el contrato. Si se consideran las cadenas de cimentación, de enrase, las plantillas cimentación y demás conceptos, como parte de los tipos de muros, dichos conceptos se cuantificarían por metro lineal.

Así pues, cada elemento del tipo muro estará conformado por diferentes características que un programa externo tendrá que identificar, según el contexto en que se está trabajando. Sin embargo, para Revit, todos los tipos de muro conformarán una "familia", con las mismas características. Cada familia que se usa en un modelo, está cuantificada bajo una misma clase.

Tómese el siguiente modelo de ejemplo: En este modelo se pueden apreciar diferentes tipos de muros en el proyecto. Los más evidentes son los muros de cimentación y los muros de block de 15 cm., pero para este proyecto también se han definido las plantillas de cimentación, las cadenas de cimentación, los cerramientos y los enrases como subtipos de la familia de muros, pero con diferentes características. Revit tiene la capacidad de ser extendido para incluir características extras, llamadas "parámetros" a los que por defecto el sistema ofrece. La siguiente Figura muestra de manera esquemática la organización de alrededor

de familias y parámetros, en una base de datos "BIM", similar a la de Revit.

Cuando se modifica una familia (como la de muros, por ejemplo), dichos parámetros se agregan en la sección "Schedules/Quantities" del proyecto. Cada objeto que se incluye es contabilizado en dicha sección. Es en esta sección donde también se pueden agregar parámetros útiles para la manera como cualquier programa de costos puede utilizarlas. Tómese por ejemplo la sección "Wall Quantities by Assembly" (literalmente, "cantidades de muros por tipo de ensamble"). Todos los tipos de muros que se han derivado del tipo genérico (padre) se encontrarán en esta sección (figura 4.2). El sistema de muros tal como se presenta en la Figura 1.3 se puede ver desglosado en la sección "Wall Quantities by Assembly" de la siguiente manera:

Figura 4.4 Wall Quantities by Assembly, una vista de los tipos y cantidades de muros. En este caso se tiene las columnas que se muestran son "Wall Assembly", "Length", "Area", "Volume", "Wall Type", "Description" y "Comments". La manera como se despliegan las columnas se puede modificar por el usuario y es en esta sección donde se pueden agregar parámetros extras. Por principio de cuentas, para tener acceso al desplegado de columnas, se hace necesario invocar al editor de la tabla, mediante el botón derecho del ratón.

Wall Quantities by Assembly						
Wall Assembly	Length - Center to Center	Width	Calculated To (But End Dimensions)		Wall Type	Description
			Area	Volume		
FILAIZ - Muro de Block de 15 cm	0.10	0.15	0.02	0.003		
	3.10		0.02	0.003		
FILAIZ - Cadena 15 x 15 cm	0.80	0.15	0.07	0.006		
	2.80		0.07	0.006		
FILAIZ - MAMPOSTERÍA 30 cm	4.10	0.30	0.95	1.794		
	4.10		0.95	1.794		
FILAIZ - PLANTILLA DE CIMENTACIÓN	4.90	0.50	0.25	0.123		
	4.90		0.25	0.123		
	15.90		13.58	3.015		

Figura 4.4 Wall Quantities.

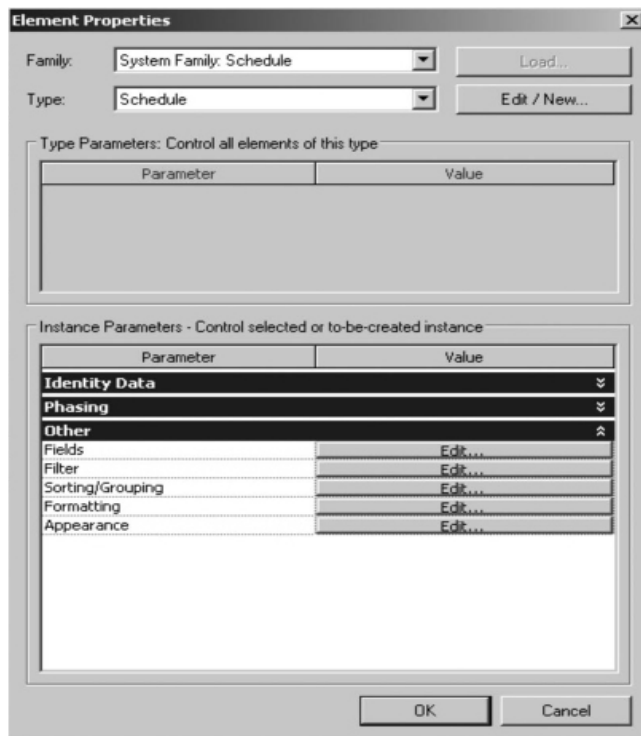


Figura 4.5 Propiedades de los Elementos.

En la sección "Other" se puede editar las siguientes propiedades: "Fields", "Filter", "Sorting/Grouping", "Formatting" y "Appearance". A cada familia que se utilice en un proyecto se le pueden agregar propiedades que se le pueden añadir características que no se encuentren listadas entre las columnas (Fields) a mostrar. Así mismo se pueden escoger qué características se van a mostrar en un Schedule (figura 4.5).

Lo básico es mostrar la descripción del objeto (la familia de la cual procede). Así pues el objeto que se resalta en la (figura 4.6), además de sus características geométricas posee características que son propias de un presupuesto. Entre estas se puede mencionar la obra a la cual pertenece, la partida (la clasificación que se le asigne en el presupuesto), el frente de obra que se le es asignado en el programa de obra y el concepto (lo que es contabilizado).

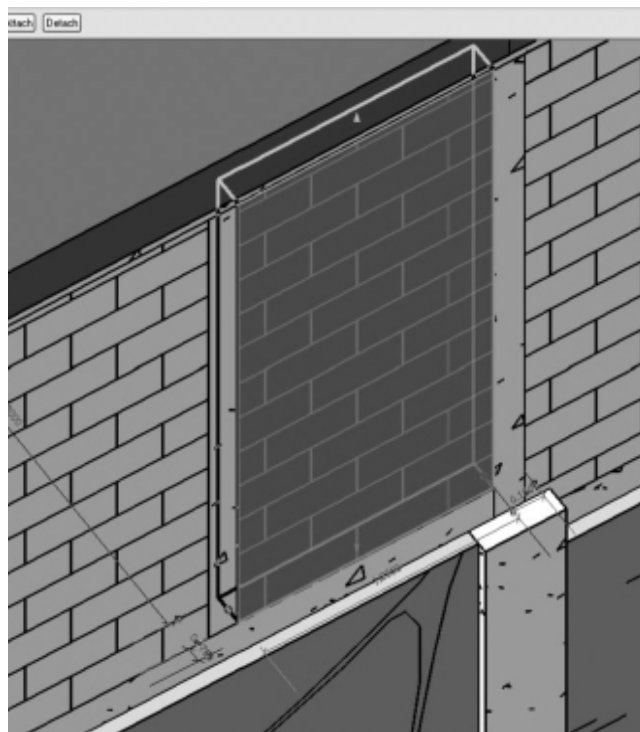


Figura 4.6 Instancia de muro, con sus propiedades geométricas

Para el caso del objeto que se muestra es un muro construido a partir de bloques de 0.15 de ancho por 0.20 de alto, por 0.30 m de largo. El concepto correspondiente es una descripción detallada de la de los componentes para ser costeados. Un concepto como el que el que se ha ejemplificado quedaría descrito como sigue:

Clave: 5CAD1520

Descripción: Muro de Bloques de 15 x 20 x 30 cm

Unidad de medida: M²

Los valores de cada campo se pueden programar en el software para además incluir en cada objeto las siguientes propiedades:

- Presupuesto del cual proviene
- Obra a la cual pertenece
- La partida de la cual proviene.
- El frente de obra que se le ha asignado al concepto.

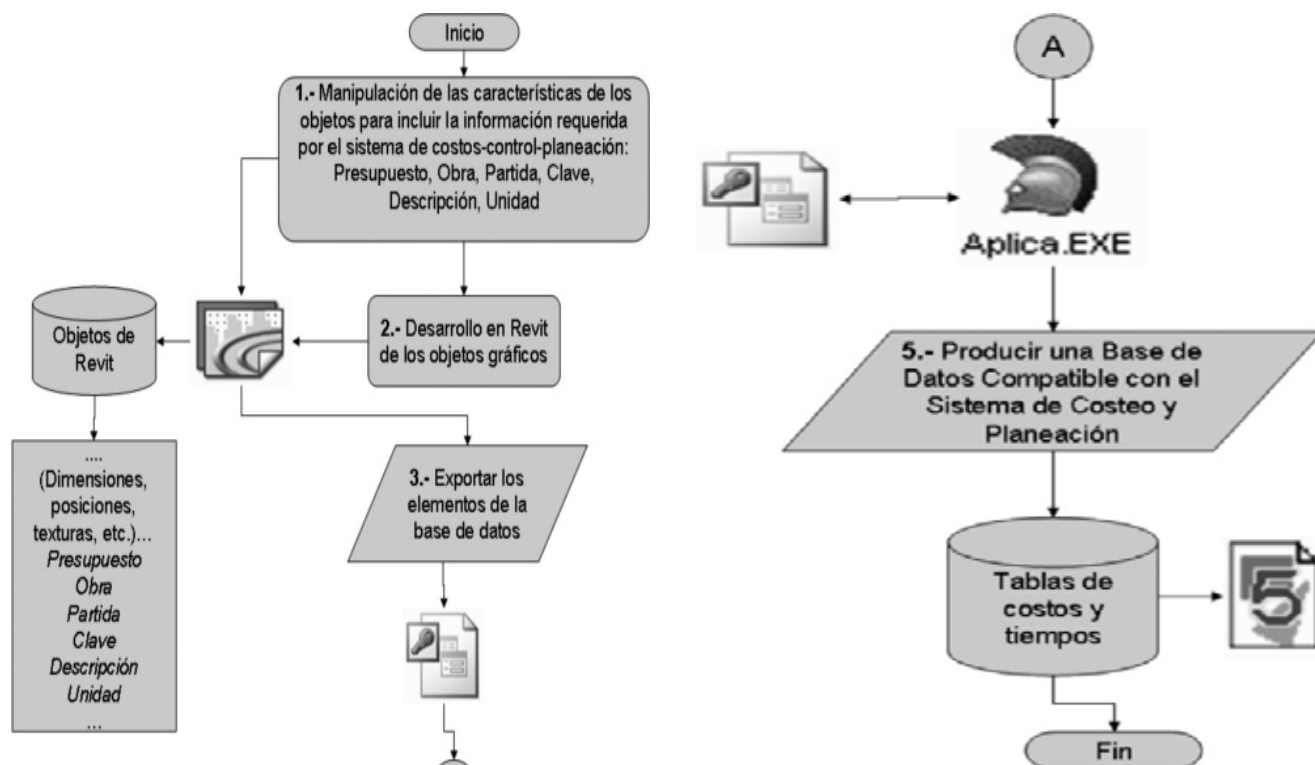


Figura 4.7 Proceso de intercambio de información entre sistemas BIM y de Costeo

Una vez que el software está programado para tener estas propiedades, se debe de pensar cómo el software de costos tiene estructurados sus objetos. Con ello se puede programar una rutina de que pueda tomar dicha información y convertirla en datos que el software de costos y control de obra puede manejar.

Para el caso de este trabajo, se eligió que Revit exportase los datos de sus objetos en formato de base de datos de Microsoft Access, que es el formato que muchos de los sistemas de costos o de control de obra pueden manejar.

Para manipular los datos procedentes del registro de objetos gráficos, se utilizó el programa SincoWfi© para manejar costos y control de obra, no sin antes transformar la información gráfica exportada por Revit© a MSAccess© en una base de datos manejable. Para ello se diseñó una aplicación que pudiera tener acceso a la base de datos que se

genere, filtre y transforme en el formato compatible con la aplicación de costos. La (figura 4.7) muestra de manera esquemática cómo se desarrolló dicho proceso.

RESULTADOS

En la implementación de la metodología expuesta anteriormente, se les presentó a los alumnos de la materia de "Temas especiales de sistemas de información: Integración del Diseño y Construcción" un modelo para su desarrollo. Dicho modelo fue proporcionado en formato AutoCad. Los alumnos desarrollaron una versión tridimensional, a la cual se le añadieron los parámetros presupuestales descritos anteriormente a cada familia de objetos constructivos. La versión gráfica de dicho modelo se muestra en la siguiente (figura 4.8). Para agilizar el trabajo de los alumnos, los catedráticos que impartieron dicha materia proporcionaron una plantilla prediseñada, con las

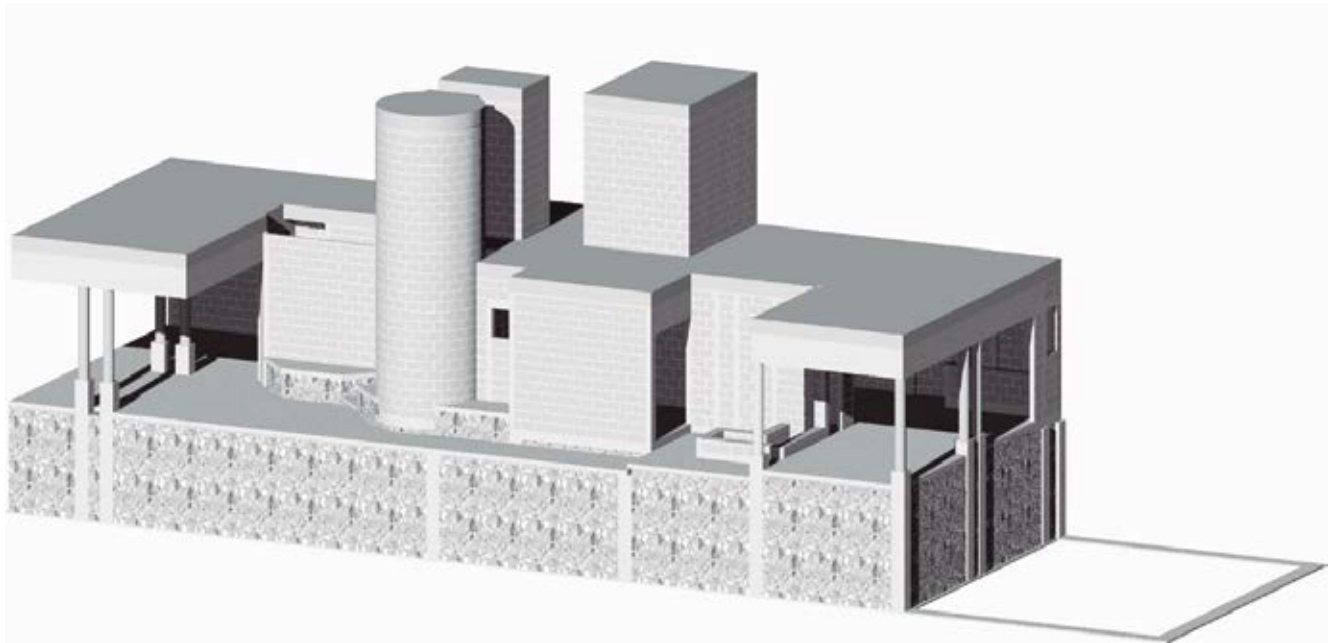


Figura 4.8 Modelo 4D del proyecto de ejemplo.

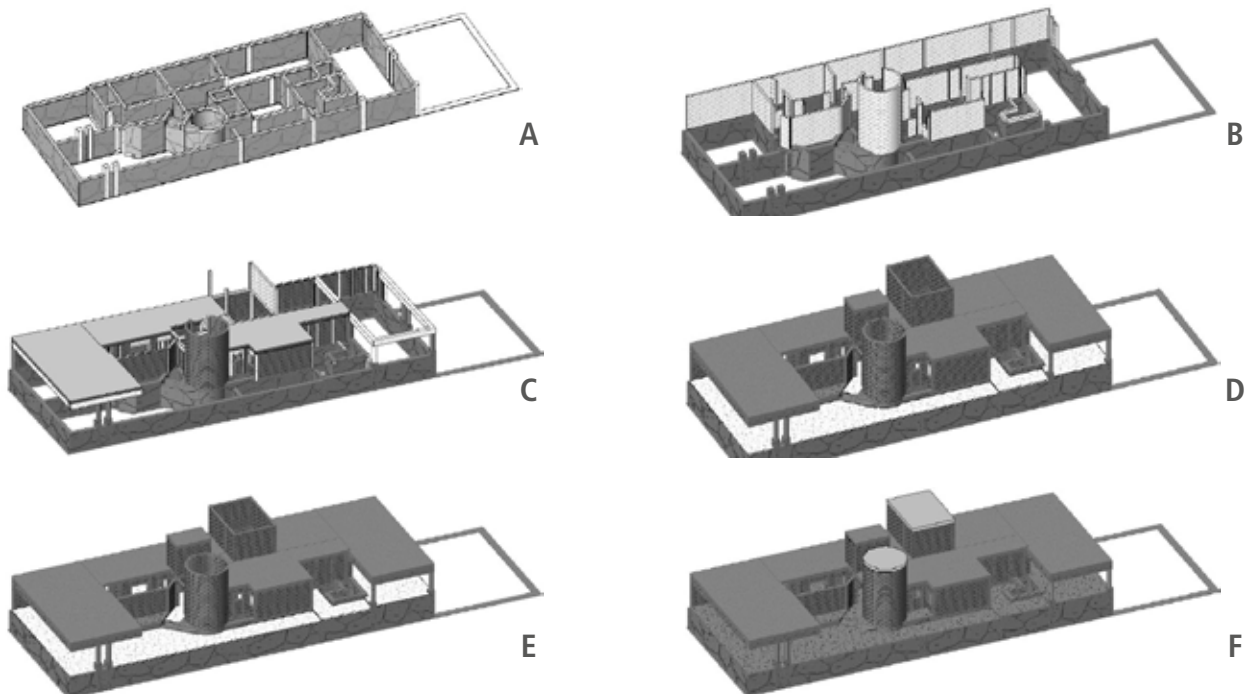


Figura 4.9 Modelo 4D del proyecto por etapas.

características tanto geométricas como arquitectónicas de cada concepto de construcción a modelar. Dichos conceptos fueron compatibles con las prácticas constructivas de la localidad. Para fines prácticos de este curso, dicha plantilla sólo tiene personalizado los siguientes conceptos:

- Plantilla de Cimentación
- Muro de Cimentación de Piedra Hilada,
- Dados de Cimentación de 30 x 30 cm
- Cadenas armadas de 15 x 15 cm.
- Firme de Concreto
- Muros de Block de 15 cm,
- Castillos armados de 15 x 15 cm
- Cerramientos
- Cadenas de Enrase.
- Losa de techumbre.
- Ventanas y Puertas.

Cabe aclarar que dicha plantilla se enfocó a las propiedades geométricas de los elementos. Los alumnos se avocaron a la tarea de crear el modelo 3D y añadir las propiedades correspondientes a los costos y procesos constructivos. Como puede apreciarse del proyecto es que el nivel de complejidad arquitectónica implica un mayor trabajo en el desarrollo de los objetos gráficos. Sin embargo, partiendo de un conjunto de objetos predefinidos, la tarea de los alumnos fue ágil.

Por ejemplo, en el transcurso de la primera semana del curso, los alumnos ya pudieron realizar diversas tareas previas al desarrollo del proyecto. El resto del desarrollo se concentro en la implantación del esquema de exportación de costos. Para ello se los alumnos implantaron las propiedades económicas y de planeación a los objetos que se desarrollaron en modelo.

Con la información anterior, los alumnos procedieron al desarrollo del modelo 4D del proyecto. En cada fase del proceso (Figura 4.10), se añadió la información específica de cada etapa constructiva, como la creación de ejes ortogonales

y no ortogonales, así como la colocación de los elementos correspondientes a la fase (Baeza y Salazar, 2005). Una vez creados los elementos gráficos, los alumnos procedieron a agregar la información referente a costeo. En la figura 4.10 se muestra parte de los listados que contienen dicha información. En muchos de los casos, esta se repite debido a que sólo se estudió un ejemplo, pero esto se puede hacer extensivo a otros proyectos.

La información presentada en dicha Figura no contiene valores de costos. Para obtener el costo de un concepto, es necesario hacer un análisis de los costos materiales, mano de obra, maquinaria, etc., por lo que dicho análisis se deja para cuando se manipule el software de costeo. Sin embargo, se puede en los listados anteriores se puede extraer información volumétrica de dichos conceptos. No está demás recalcar que debido a la cantidad de información procedente de dichos listados, el uso de una rutina automatizada que extrae la información relevante se hace necesario.

La base de datos del proyecto se extrajo utilizando la opción de exportación a ODBC (Open Data Base Connectivity, por sus siglas en inglés), que el software trae interconstruida. Para que se exporten dichos datos usando esta opción se requiere de un puerto de origen de datos (DSN, Data Source Name por sus siglas en inglés). El asistente de exportación agiliza la creación de dichos archivos. En ellos se configuró el formato de salida a base de datos de MS-Access®. Así mismo, se exporta toda la información contenida en el proyecto. Esto incluye tanto información geométrica, cuantitativa y añadida por el usuario.

La aplicación que se desarrolló extrajo los datos necesarios para crear un archivo compatible con el sistema de costeo. Los datos que se muestran en la figura 4.9 y 4.10 fueron convertidos en información compatible con el sistema SincoWfi (figura 4.11). El resultado de la extracción de dicha información se puede ver en el reporte que se muestra en la figura

Autodesk Revit Building 8.1 [Project EMP.rvt - Schedule: Wall Quantities by Assembly]

File Edit View Modeling Drafting Site Tools Settings Window Help

Plan View Section Elevation

Headings: Group Ungroup Rows: No

Basic: 06 NPT 3, 07 CERRA-09 ENRIASE, 10 LOSA NI, 11 ENRIASE, 12 LOSA NI, 09 LOSA NI, 10 LOSA NI

Project: EMP.rvt - Project

Presupuesto: Partida Wall Ass

CADENA 15X20 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	CADENA 15X20 CM	CADENA 15	
Grupos: P101 P01	CADENA 15X20 CM	CADENA 15	
Grupos: P101 P01	CADENA 15X20 CM	CADENA 15	

MAMPOSTERÍA 30 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	MAMPOSTERÍA 30 CM	MAMPOSTER	
Grupos: P101 P01	MAMPOSTERÍA 30 CM	MAMPOSTER	
Grupos: P101 P01	MAMPOSTERÍA 30 CM	MAMPOSTER	

PLANTILLA DE CIMENTACIÓN B=50 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	PLANTILLA DE CIMENTACIÓN B=50 CM	PLANTILLA	
Grupos: P101 P01	PLANTILLA DE CIMENTACIÓN B=50 CM	PLANTILLA	
Grupos: P101 P01	PLANTILLA DE CIMENTACIÓN B=50 CM	PLANTILLA	

MURO BLOCK 15 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	MURO BLOCK 15 CM	MURO	
Grupos: P101 P01	MURO BLOCK 15 CM	MURO	
Grupos: P101 P01	MURO BLOCK 15 CM	MURO	

TRABE CONCRETO B=15 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=15 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=15 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=15 CM	TRABE	

TRABE CONCRETO B=30 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=30 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=30 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=30 CM	TRABE	

TRABE CONCRETO B=50 CM

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM	TRABE	

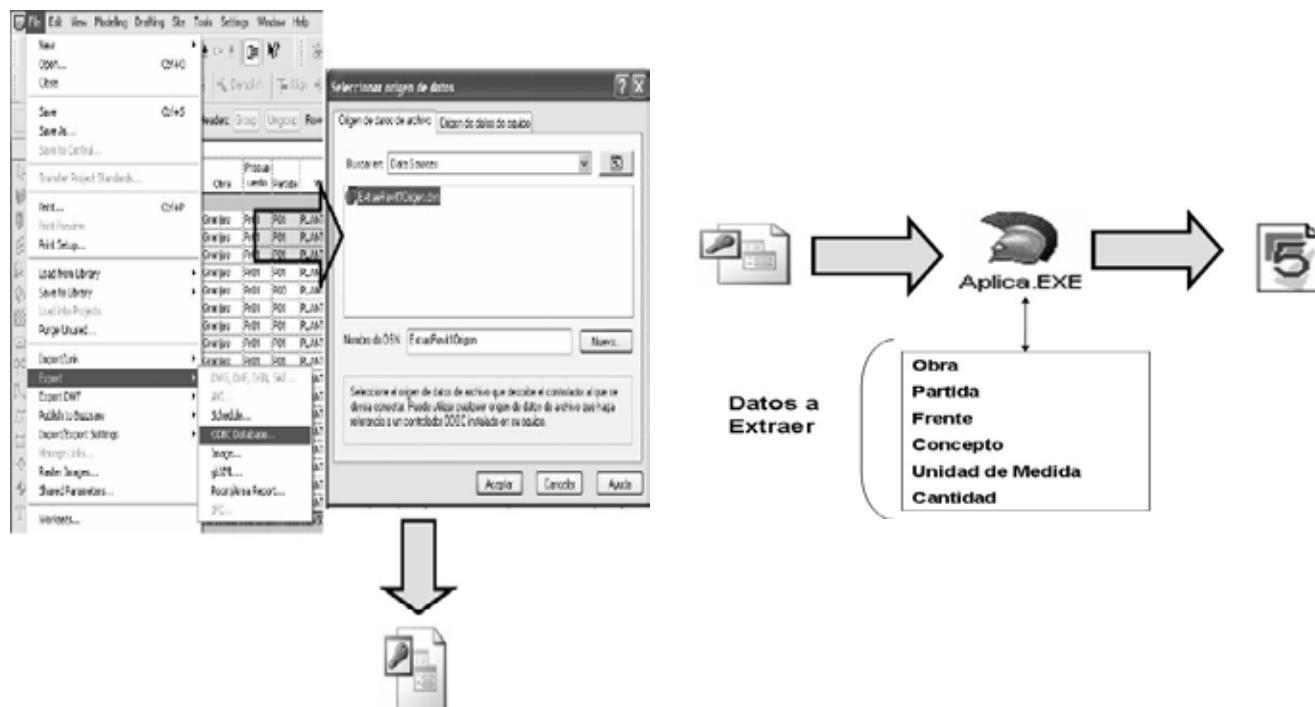
TRABE CONCRETO B=50 CM 1

Grupos	Presup	Partida	Wall Ass
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM 1	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM 1	TRABE	
Grupos: P101 P01	TRABE CONCRETO B=50 CM 1	TRABE	

YWA Quantities by Assembly

Obra	Presup	Partida	Wall Assembly	Descripción	Unidad	Length	Center	Width	Area	Volume
CERRAMIENTO 15X20 CM										
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.10 m	0.15 m	0.22 m²	0.030 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.10 m	0.15 m	0.22 m²	0.030 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	2.25 m	0.15 m	0.45 m²	0.068 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.13 m	0.15 m	0.22 m²	0.034 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	0.90 m	0.15 m	0.16 m²	0.027 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.20 m	0.15 m	0.24 m²	0.036 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.48 m	0.15 m	0.30 m²	0.044 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.20 m	0.15 m	0.24 m²	0.036 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.30 m	0.15 m	0.26 m²	0.039 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	0.90 m	0.15 m	0.16 m²	0.027 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.45 m	0.15 m	0.28 m²	0.044 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	2.20 m	0.15 m	0.44 m²	0.066 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.20 m	0.15 m	0.24 m²	0.036 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	1.20 m	0.15 m	0.24 m²	0.036 m			
Grupos: P101 P02	CERRAMIENTO 15X20	Cerramiento de conc.	ML	0.90 m	0.15 m	0.16 m²	0.027 m			
CERRAMIENTO 15X20 CM 15						19.50 m		3.90 m²	0.585 m³	
ENRIASE 15X5 CM										
Grupos: P101 P02	ENRIASE 15X5 CM	Cadena de enriase p.	ML	3.98 m	0.15 m	0.19 m²	0.028 m			
Grupos: P101 P02	ENRIASE 15X5 CM	Cadena de enriase p.	ML	1.59 m	0.15 m	0.07 m²	0.011 m			
TRABE CONCRETO B=15 CM										
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	2.53 m	0.15 m	1.56 m²	0.235 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	4.18 m	0.15 m	1.30 m²	0.195 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	1.85 m	0.15 m	0.47 m²	0.071 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	1.43 m	0.15 m	0.48 m²	0.068 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	3.05 m	0.15 m	0.87 m²	0.131 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	2.40 m	0.15 m	0.77 m²	0.115 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	0.93 m	0.15 m	0.25 m²	0.038 m			
TRABE CONCRETO B=15 CM 7						16.15 m		5.67 m²	0.851 m³	
TRABE CONCRETO B=30 CM										
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	9.63 m	0.30 m	5.75 m²	1.719 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	5.11 m	0.30 m	2.92 m²	0.875 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	8.00 m	0.30 m	5.39 m²	1.611 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	4.30 m	0.30 m	2.58 m²	0.774 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	3.95 m	0.30 m	2.24 m²	0.673 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	4.33 m	0.30 m	2.60 m²	0.779 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	5.15 m	0.30 m	3.00 m²	0.899 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	4.85 m	0.30 m	2.98 m²	0.873 m			
TRABE CONCRETO B=30 CM 8						46.11 m		27.34 m²	8.203 m³	
TRABE CONCRETO B=50 CM										
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	2.98 m	0.50 m	1.79 m²	0.893 m			
Grupos: P101 P03	TRABE CONCRETO B=	Trabe de concreto d.	ML	2.98 m	0.50 m	1.79 m²	0.893 m			

Figura 4.10 Información de costos por cada etapa



Clave	Tipo	Descripci	Unid	Fre	P.	Cantidad	Importe
5AHOGA1	PRE	Castillo	ML		\$0	0	\$0
5DAD3030	PRE	Dado 30 x	ML		\$0	0	\$0
5CAS1515	PRE	Castillo	ML		\$0	0	\$0
5SARDI02	PRE	FIUADY -	ML		\$0	35	\$0
5PLAN001	PRE	FIUADY -	ML		\$0	166	\$0
5MAMPA1V	PRE	FIUADY -	M3		\$0	84	\$0
5CAD1520	PRE	FIUADY -	ML		\$0	131	\$0

Figura 4.12 Sistema de costeo con resúmenes de cantidades extraídas de la base de datos, el costo es cero porque no se ha establecido aun.

12. Toda la información contenida en el proyecto. Esto incluye tanto información geométrica, cuantitativa y añadida por el usuario.

aplicaciones. Lo más importante quizás sea el hecho de que los alumnos, con entrenamiento básico en BIM desarrollaron el proyecto presentado en este trabajo.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se pudo constatar que el uso de la tecnología BIM facilita el hecho de implementar detalles específicamente orientados a costos. La tecnología orientada a objetos permite que se puedan crear familias que después puedan generar instancias con los atributos de costeo. Con ello se expande las posibilidades del uso de BIM a otras ramas tal como la de programación de obra, mediante el uso de fases constructivas inherente en Revió. No hay que olvidar que para se obtengan los resultados antes presentados, tanto el sistema BIM como el de Costeo tienen que tener los mismos campos y estar en sincronía. Será en un trabajo posterior en el que se pueda desarrollar una aplicación que extraiga directamente de la base de datos de BIM, en lugar de tener que utilizar comandos de nivel ODBC. Con ello se facilitará aun más el proceso de interoperabilidad entre dichas

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza Pereyra, Julio R., and G.F. Salazar Ledezma (2005). "Integración de Proyectos Utilizando el Modelo Integrado de Información para la Construcción (Integration of Projects Using the Building Information Model for Construction)." Ingeniería Revista Académica, Septiembre - Diciembre, Volumen 9, Número 3, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México,
- Khemlani, Lachmi (2006), "Visual Estimating: Extending BIM to Construction", AECbytes <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/VisualEstimating.html>.
- Mendez, Ronald O. (2006), "The Building Information Model in Facilities Management", Tesis de Maestría, Worcester Polytechnic Institute, Mayo 2006.

USCost.com (2006), "Success Design Exchange,
Effortlessly Links BIM to Success Estimator", [http://
www.uscost.com/designexchange.asp](http://www.uscost.com/designexchange.asp)